

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-129046

(43)Date of publication of application : 21.05.1996

(51)Int.Cl.

G01R 31/00

G01J 1/44

(21)Application number : 06-268926

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 01.11.1994

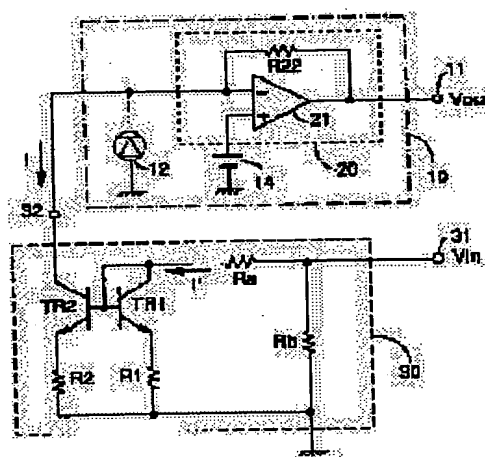
(72)Inventor : TSUCHIDA KAZUTO
KASHIMOTO KOJI

(54) TESTING CIRCUIT OF CURRENT-VOLTAGE CONVERSION AMPLIFIER

(57)Abstract:

PURPOSE: To quickly and easily achieve test as in the case when light is applied simply by applying a voltage to a test terminal by providing a current-mirror circuit consisting of a transistor and a resistor.

CONSTITUTION: When light is applied to a photodiode (PD) 12 of an IC photo-sensor 10, the PD 12 withdraws current generated by applying light from the inversion terminal of an amplifier 21 and outputs a voltage obtained by the degree of amplification determined by a resistor R22 and a reference voltage 14 to a terminal 11. When a test voltage V_{in} is applied to a test terminal 31 of a test circuit 30, current I' flows to NPN transistors TR1 and TR2. The current I' is converted to a current I via a current-mirror circuit which is constituted of the NPN transistors TR1 and TR2 and the resistors R1 and R2, thus withdrawing current from a current-voltage amplifier 20 to a terminal 32, thus activating the amplifier 20 and generating a voltage V_{out} corresponding to the test voltage V_{in} at the output terminal 11 of the photosensor 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3203996

[Date of registration]

29.06.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-129046

(43) 公開日 平成8年(1996)5月21日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 R 31/00

G 0 1 J 1/44

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 9309-2G

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-268926

(22) 出願日 平成6年(1994)11月1日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 土田 一人

兵庫県伊丹市端原4丁目1番地 三菱電機
株式会社北伊丹製作所内

(72) 発明者 柏本 浩二

兵庫県伊丹市端原4丁目1番地 三菱電機
株式会社北伊丹製作所内

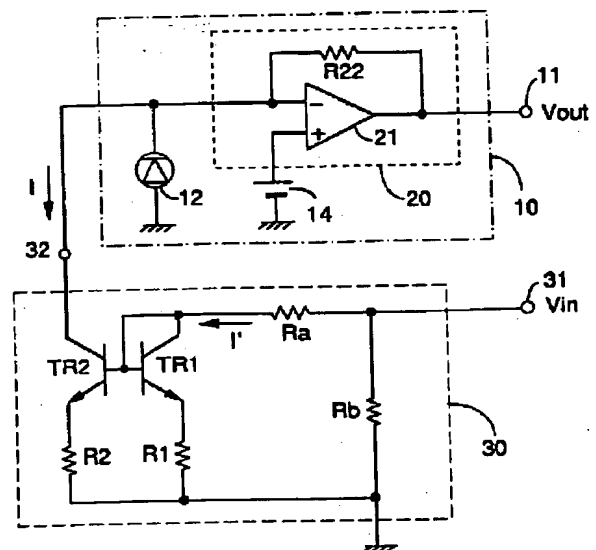
(74) 代理人 弁理士 高田 守 (外4名)

(54) 【発明の名称】 電流-電圧変換アンプのテスト回路

(57) 【要約】

【目的】 ICのチップ上にフォトダイオードと対になった電流-電圧変換アンプのテスト回路を設け、実際に光照射を行うことなく、電流-電圧変換アンプのテストを行う。

【構成】 本発明は第1のNPNトランジスタと第2のNPNトランジスタからなるカレントミラー回路と、テスト電圧を印加するテスト端子とそのテスト端子と第1のNPNトランジスタのコレクタ間に接続された第3の抵抗と、第2のNPNトランジスタのコレクタに接続される電流端子とを有し、テスト端子に印加されるテスト電圧に応じて電流端子に接続された電流-電圧変換アンプから電流を引き込む。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のNPNトランジスタと第2のNPNトランジスタからなるカレントミラー回路と、
テスト電圧を印加する入力端子と前記入力端子と第1のNPNトランジスタのコレクタ間に接続された第3の抵抗と、

第2のNPNトランジスタのコレクタに接続される電流端子とを有し、

前記入力端子に印加されるテスト電圧に応じて前記の電流端子に接続された被測定回路から電流を引き込むことを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項2】 請求項1記載の電流-電圧変換アンプのテスト回路において、

前記カレントミラー回路は、第1のNPNトランジスタのベースと第2のNPNトランジスタのベースは互に接続され、第1のNPNトランジスタのエミッタは第1の抵抗の一端に接続され、第2のNPNトランジスタのエミッタは第2の抵抗の一端に接続され、前記第2のNPNトランジスタのベースが前記第1のNPNトランジスタのコレクタに接続され、前記第1および第2の抵抗の他端は接地されることを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項3】 第1のPNPトランジスタと第2のPNPトランジスタからなるカレントミラー回路と、

テスト電圧を印加する入力端子と前記入力端子と第1のPNPトランジスタのエミッタ間に接続された第3の抵抗と、

第2のPNPトランジスタのエミッタに接続される電流端子とを有し、

前記入力端子に印加されるテスト電圧に応じて前記の電流端子に接続された被測定回路に電流を流し込むことを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項4】 請求項3記載の電流-電圧変換アンプのテスト回路において、

前記カレントミラー回路は、第1のPNPトランジスタのベースと第2のPNPトランジスタのベースは互に接続され、第1のPNPトランジスタのエミッタは第1の抵抗の一端に接続され、第2のPNPトランジスタのエミッタは第2の抵抗の一端に接続され、前記第2のPNPトランジスタのベースが前記第1のPNPトランジスタのコレクタに接続され、前記第1および第2の抵抗の他端は直流電源に接続されることを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項5】 n 個のNPNトランジスタからなるカレントミラー回路と、

テスト電圧を印加する入力端子と前記入力端子と第1のNPNトランジスタのコレクタ間に接続された第3の抵抗と、

前記 $n-1$ 個のNPNトランジスタのコレクタにそれぞれ接続される複数の電流端子とを有し、

2

前記入力端子に印加されるテスト電圧に応じて前記の複数の電流端子に接続された複数の被測定回路から電流を引き込むことを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項6】 請求項5記載の電流-電圧変換アンプのテスト回路において、

前記カレントミラー回路の n 個のNPNトランジスタのベースは互に接続され、 n 番目のNPNトランジスタのエミッタは n 番目の抵抗の一端に接続され、第2のNPNトランジスタのベースは第1のNPNトランジスタのコレクタに接続され、 n 個の抵抗の他端は接地されることを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項7】 請求項6記載の電流-電圧変換アンプのテスト回路において、

さらに、1つのNPNトランジスタを有し、そのベースは第1のNPNトランジスタのコレクタに接続され、そのエミッタは第1のNPNトランジスタのベースに接続され、そのコレクタは直流電源に接続されていることを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項8】 請求項7記載の電流-電圧変換アンプのテスト回路において、

前記のNPNトランジスタのコレクタは電流源を介して直流電源に接続されていることを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項9】 第1および第2のNPNトランジスタからなる第1のカレントミラー回路と、

第3および第4のNPNトランジスタからなる第2のカレントミラー回路と、

テスト電圧を印加する入力端子と前記入力端子と第1のNPNトランジスタのコレクタおよび第4のNPNトランジスタのコレクタ間に接続された第5の抵抗と、

第2のNPNトランジスタのコレクタに接続される電流端子と、

第3のNPNトランジスタのコレクタに接続される電流供給回路とを有し、

前記入力端子に印加されるテスト電圧に応じて前記の電流端子に接続された被測定回路から電流を引き込むことを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項10】 請求項9記載の電流-電圧変換アンプのテスト回路において、

前記電流供給回路は、直流電源とアース間に直列接続された第7の抵抗と第8の抵抗と、その接続点と第3のNPNトランジスタのコレクタ間に接続された第6の抵抗とから構成されることを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項11】 請求項10記載の電流-電圧変換アンプのテスト回路において、

前記第1のカレントミラー回路は、第1のNPNトランジスタのベースと第2のNPNトランジスタのベースが互に接続され、第1のNPNトランジスタのエミッタが

3

第1の抵抗の一端に接続され、第2のNPNトランジスタのエミッタが第2の抵抗の一端に接続され、前記第2のNPNトランジスタのベースが前記第1のNPNトランジスタのコレクタに接続され、前記第1および第2の抵抗の他端は接地され、

前記第2のカレントミラー回路は、第3のNPNトランジスタのベースと第4のNPNトランジスタのベースが互に接続され、第3のNPNトランジスタのエミッタが第3の抵抗の一端に接続され、第4のNPNトランジスタのエミッタが第4の抵抗の一端に接続され、前記第4のNPNトランジスタのベースが前記第3のNPNトランジスタのコレクタに接続され、前記第3および第4の抵抗の他端は接地されることを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項12】 第1および第2のNPNトランジスタからなる第1のカレントミラー回路と、
第3および第4のPNPトランジスタからなる第2のカレントミラー回路と、

テスト電圧を印加する入力端子と前記入力端子と第1のNPNトランジスタのコレクタ間に接続された第5の抵抗と、

第2のNPNトランジスタのコレクタおよび第4のPNPトランジスタのコレクタに接続される電流端子と、
第3のPNPトランジスタのコレクタとアースとの間に接続された第6の抵抗と、

前記入力端子に印加されるテスト電圧に応じて前記の電流端子に接続された被測定回路から電流を引き込むことを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項13】 請求項12記載の電流-電圧変換アンプのテスト回路において、
前記第1のカレントミラー回路は、第1のNPNトランジスタのベースと第2のNPNトランジスタのベースが互に接続され、第1のNPNトランジスタのエミッタが第1の抵抗の一端に接続され、第2のNPNトランジスタのエミッタが第2の抵抗の一端に接続され、前記第2のNPNトランジスタのベースが前記第1のNPNトランジスタのコレクタに接続され、前記第1および第2の抵抗の他端は接地され、

前記第2のカレントミラー回路は、第3のPNPトランジスタのベースと第4のPNPトランジスタのベースが互に接続され、第3のPNPトランジスタのエミッタが第3の抵抗の一端に接続され、第4のPNPトランジスタのエミッタが第4の抵抗の一端に接続され、前記第4のPNPトランジスタのベースが前記第3のPNPトランジスタのコレクタに接続され、前記第3および第4の抵抗の他端が直流電源に接続されることを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【請求項14】 請求項1から13のいずれかに記載の電流-電圧変換アンプのテスト回路において、
さらに、前記入力端子とアース間に接続された抵抗を有

4

することを特徴とする電流-電圧変換アンプのテスト回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、フォトダイオード（以下PD）用電流-電圧変換アンプをテストする回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図10はIC上に組み込んだPDおよび電流-電圧変換アンプを示す図である。図10において、10は光センサ、12はPD、20は電流-電圧変換アンプ、14は基準電源、21は増幅器、22はフィードバック抵抗である。この光センサ回路10は、PDに光を照射すると、PDが電流-電圧変換アンプ20から電流Iを引き込み、その電流Iが電流-電圧変換アンプで電圧Vに変換され、照射の強度に比例する電圧（Vout）を出力端子11に出力するように動作する。

【0003】 電流-電圧変換アンプ20は、PD12に光が照射されると増幅器21の反転端子から電流を引き込むタイプのPDの場合には、光の照射量が増加すると出力端子11の出力電圧が増加するように動作する。一方、ICに光が照射されると増幅器21の反転端子に電流を流し込むタイプのPDの場合には、電流-電圧変換アンプ20は、光の照射量が増加すると出力端子11の出力電圧（Vout）が減少するように動作する。

【0004】 従来、IC上に組み込まれたPDの特性を試験するには、ICが完成した後に光を実際にPDに照射し電流-電圧変換アンプからの出力電圧を測定していた。

30 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、実際に光をPDに照射してテスト（電流特性、周波数特性等）を行う場合、光を照射するためのテスト装置が複雑でまた高価であり、テスト時間も長くなり、従って、人件費が高くなり、半導体のコストが高くなるという問題点があった。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明はこのような問題点を解消するための電流-電圧変換アンプのテスト回路を提供するものである。本発明においては、光を実際に半導体基板上的PDに照射することなく、半導体基板上に設けられたテスト端子に電圧を印加するだけで、光を照射した場合と同様のテストが可能となり、短時間に簡単にテストが完了する。従って、その経済的な効果は大きく、安価なICまたは半導体集積回路を供給することができる。

【0007】 本発明の一見地によれば、本発明は第1のNPNトランジスタと第2のNPNトランジスタからなるカレントミラー回路と、テスト電圧を印加する入力端子とその入力端子と第1のNPNトランジスタのコレク

タ間に接続された第3の抵抗と、第2のNPNトランジスタのコレクタに接続される電流端子とを有し、入力端子に印加されるテスト電圧に応じて電流端子に接続された被測定回路から電流を引き込むように構成される。

【0008】本発明の他の見地によれば、本発明は第1のPNPトランジスタと第2のPNPトランジスタからなるカレントミラー回路と、テスト電圧を印加する入力端子とその入力端子と第1のPNPトランジスタのエミッタ間に接続された第3の抵抗と、第2のPNPトランジスタのエミッタに接続される電流端子とを有し、その入力端子に印加されるテスト電圧に応じて電流端子に接続された被測定回路に電流を流し込むように構成される。

【0009】さらに、本発明の他の見地によれば、本発明はn個のNPNトランジスタからなるカレントミラー回路と、テスト電圧を印加する入力端子とその入力端子と第1のNPNトランジスタのコレクタ間に接続された第3の抵抗と、n-1個のNPNトランジスタのコレクタにそれぞれ接続される複数の電流端子とを有し、入力端子に印加されるテスト電圧に応じて複数の電流端子に接続された複数の被測定回路から電流を引き込むように構成される。

【0010】本発明の他の見地によれば、n個のNPNトランジスタからなるカレントミラー回路を有する本発明は、さらに、1つのNPNトランジスタを有し、そのベースは第1のNPNトランジスタのコレクタに接続され、そのエミッタは第1のNPNトランジスタのベースに接続され、そのコレクタは電流源に接続されるように構成される。

【0011】本発明の他の見地によれば、本発明は第1および第2のNPNトランジスタからなる第1のカレントミラー回路と、第3および第4のNPNトランジスタからなる第2のカレントミラー回路と、テスト電圧を印加する入力端子とその入力端子と第1のNPNトランジスタのコレクタおよび第4のNPNトランジスタのコレクタ間に接続された第5の抵抗と、第2のNPNトランジスタのコレクタに接続される電流端子と、第3のNPNトランジスタのコレクタに接続される電流供給回路とを有し、入力端子に印加されるテスト電圧に応じて電流端子に接続された被測定回路から電流を引き込むように構成される。

【0012】さらに、本発明の他の見地によれば、本発明は第1および第2のNPNトランジスタからなる第1のカレントミラー回路と、第3および第4のPNPトランジスタからなる第2のカレントミラー回路と、テスト電圧を印加する入力端子とその入力端子と第1のNPNトランジスタのコレクタ間に接続された第5の抵抗と、第2のNPNトランジスタのコレクタおよび第4のPNPトランジスタのコレクタに接続される電流端子と、第3のPNPトランジスタのコレクタとアースとの間に接

続された第6の抵抗と、入力端子に印加されるテスト電圧に応じて電流端子に接続された被測定回路から電流を引き込むように構成される。

【0013】さらに、本発明の他の見地によれば、本発明は、さらに、入力端子とアース間に接続されたノイズ対策用プルダウン抵抗を有するように構成される。

【0014】

【作用】本発明においては、PDの特性に合わせた電圧を入力端子に加えることによって、カレントミラー回路の一方に電流を流し、その電流と同一またはそれと一定の関係にある電流をカレントミラー回路の他方から得て、この電流を電流-電圧変換アンプの入力に加え、この電流-電圧変換アンプから電流を引きまたはこの電流-電圧変換アンプに電流を流し込むことによって、電流-電圧変換アンプの出力からPDに光を照射した場合と同様の出力が得られる。

【0015】また、IC上に複数のPDがマウントされる場合には、IC上に設けられた複数のカレントミラー回路の各電流端子に複数の被測定回路を接続し、各被測定回路から電流を引き込むように構成することによって、複数のPDに接続された電流-電圧変換アンプの特性を同時にテストすることができる。

【0016】

【実施例】

実施例1

図1は本発明の第1の実施例による、電流-電圧変換アンプのテスト回路を示す図である。図1において、10はIC上に形成された光センサ、12はPD、20は電流-電圧変換アンプ、21は増幅器、R22は抵抗、14は基準電圧、11は出力端子である。光がIC上のPD12に当たると、PD12は光照射によって発生した電流を増幅器21の反転端子から引き込み、抵抗R22によって決定される増幅度と基準電圧14とによって得られる電圧を出力端子11に出力する。

【0017】30は本発明の電流-電圧変換アンプのテスト回路である。実施例1の電流-電圧変換アンプのテスト回路は、電流引き込みタイプのPDをテストするために用いられる。TR1、TR2はそれぞれNPNトランジスタ、R1、R2、Ra、Rbはそれぞれ抵抗である。31はテスト電圧を印加するためのテスト端子である。NPNトランジスタTR1、TR2、抵抗R1、R2はカレントミラーを構成する。抵抗Raはカレントミラーの電流制限用抵抗である。抵抗Rbは、ICが市場に出た後、テスト端子31に何らかの原因でノイズ電圧が誘起されたときに電流-電圧変換アンプのテスト回路30の電流端子から光センサ10に電流が供給されないようにノイズ電圧をアースに逃がすためのノイズ対策用プルダウン抵抗である。

【0018】次に本発明の一実施例の電流-電圧変換アンプのテスト回路30の動作について説明する。本発明

では、光照射をすることなく、PDに光照射をした場合と同様のテストをするものである。従って、テストに際しては、光照射が行われないので、PDには電流が流れない。

【0019】図2はテスト端子31に印加されるテスト電圧(V_{in})、カレントミラー回路に流れる電流 I 、 I' および光センサ10の出力端子に現れる出力電圧(V_{out})との関係を示す図である。この図においては、 $I=I'$ の場合を示す。

【0020】図1のテスト端子31に図2(a)に示すような電圧信号 V_{in} を印加すると、NPNトランジスタTR1のコレクタには抵抗 R_a 、NPNトランジスタTR1、抵抗TR1によって定まる図2(b)に示すような電流信号 I' が流れる。この電流 I' はNPNトランジスタTR1、TR2および抵抗 R_1 、 R_2 で構成されたカレントミラーを介し、電流 I に変換され、電流-電圧変換アンプ20から電流を端子32に引き込む。電流 I と I' との関係は、TR1、トランジスタ2のエミッタサイズおよび R_1 、 R_2 抵抗を変化させることによって $I=I'$ 、 $I>I'$ 、 $I<I'$ の種々の関係を持たせることができる。図2においては、 $I=I'$ となるように設定された場合を示す。電流-電圧変換アンプ20から電流を引き込むことによって、電流-電圧変換アンプ20が動作し、光センサ10の出力端子11には図2(c)に示すように、テスト電圧 V_{in} に対応する電圧 V_{out} が発生する。図1の場合は電流引き込みタイプのPDであるので、引き込み電流が I が大きくなれば V_{out} の電圧は大きくなる。従って、 V_{in} と V_{out} は図2に示すように同相となる。以上の説明したように、テスト端子31に単にテスト信号 V_{in} を印加することによって、光照射を行うことなく、電流-電圧変換アンプのテストを行うことができる。

【0021】実施例2

図3は本発明の第2の実施例の電流-電圧変換アンプのテスト回路を示す図である。実施例2は、電流流し込みタイプのPDをテストするために用いられる。図3において、TR1、TR2はPNPトランジスタ、 R_1 、 R_2 、 R_a 、 R_b は抵抗、38は電源である。PNPトランジスタTR1、TR2、抵抗 R_1 、 R_2 はカレントミラーを構成する。抵抗 R_a 、 R_b は、実施例1と同様の動作をする。

【0022】次に動作について説明する。テスト端子に電圧信号を印加すると、電圧 V_{in} は抵抗 R_a と R_1 により電流に変換され、PNPトランジスタTR1のコレクタに電流 I' が流れる。この電流 I' はPNPトランジスタTR1、TR2及び抵抗 R_1 、 R_2 で構成されたカレントミラーで電流 I に変換され、電流端子32から電流-電圧変換アンプに電流を流し込む。

【0023】この回路は図1と電流 I の向きが異なるが動作は同じである。以上の説明したように、実施例2に

おいても、実施例1と同様にテスト端子31に入力電圧 V_{in} を印加することによって、光照射を行うことなく、電流流し込みタイプのフォトダイオードを使用する電流-電圧変換アンプのテストを行うことができる。

【0024】実施例3

図4は本発明の第3の実施例の電流-電圧変換アンプのテスト回路の回路図である。図4において、TR1~TRnはNPNトランジスタ、 R_1 ~ R_n 、 R_a 、 R_b は抵抗である。32、33、34はそれぞれ複数の光センサ10₂、10₃、10₄から電流を引き込むための電流端子である。通常、一つのIC基板上に複数のPD、たとえば、信号用PD、位置検出用PD等が設置され、これらの複数のPDを使用する電流-電圧変換アンプを同時にテストする場合に図4のような回路が使用される。

【0025】次に動作について説明する。テスト端子31にテスト電圧 V_{in} を印加すると抵抗 R_a 、NPNトランジスタTR1、抵抗 R_1 によって定まる電流 I_1 が、NPNトランジスタTR1のコレクタに流れ込む。この電流 I_1 はNPNトランジスタTR1~TRn及び抵抗 R_1 ~ R_n で構成されたカレントミラーを介し、各NPNトランジスタTR2~TRnで電流 I_2 ~ I_n に変換され、 $n-1$ 個の電流-電圧変換アンプからそれぞれ電流を引き込む。以上の説明したように、実施例3においても、実施例1と同様にテスト端子31にテスト信号 V_{in} を印加することによって、光照射を行うことなく、複数の電流流し込みタイプのPDを使用する電流-電圧変換アンプのテストを同時に行うことができる。

【0026】実施例4

図5は本発明の第4の実施例の電流-電圧変換アンプのテスト回路の回路図である。図5において、TR1~TRn、TRaはNPNトランジスタ、 R_1 ~ R_n 、 R_a 、 R_b は抵抗である。TRaはTR1~TRnのベース寄生容量を充電するためのトランジスタであり、トランジスタの動作を高速化するために使用される。39はTRaに電流 I' を供給するための電流源である。32~34は電流を引き込むための電流端子であり、図4と同様に複数の電流-電圧変換アンプに接続される。37はトランジスタのベース寄生容量である。

【0027】次に動作について説明する。テスト端子に電圧信号を印加すると抵抗 R_a 、NPNトランジスタTR1、抵抗 R_1 によって定まる電流 I_1 が、NPNトランジスタTR1のコレクタに流れ込む。この電流 I_1 はNPNトランジスタTR1~TRn及び抵抗 R_1 ~ R_n で構成されたカレントミラーを介し、各NPNトランジスタTR1~TRnでそれぞれ電流 I_2 ~ I_n に変換され、 $n-1$ 個の電流-電圧変換アンプからそれぞれ電流を引き込む。

【0028】TR1~TRnのNPNトランジスタのベ

9

ース寄生容量は、NPNトランジスタTRaにより供給される電流によってチャージされる。そのチャージが終了するまでTR1~TRnのNPNトランジスタは動作せず、従ってトランジスタの動作が遅くなることは良く知られている。従って、この実施例においては、TRaを設け、電流源39からI₁とは独立にTR1~TRnのベース寄生容量を充電することによって、実施例3と比較して、トランジスタの動作を高速化することができる。以上の説明したように、実施例4においても、実施例3と同様にテスト端子31にテスト電圧V_{in}を印加することによって、光照射を行うことなく、複数の電流流し込みタイプのPDを使用する電流-電圧変換アンプの高速なテストを行うことができる。

【0029】実施例5

図6は本発明の第5の実施例の電流-電圧変換アンプのテスト回路の回路図である。図6において、TR1~TR4はNPNトランジスタ、R1、R2、R51、R52、Ra、Rbは抵抗である。NPNトランジスタTR1、TR2及び抵抗R1、R2は第1のカレントミラーを構成する。NPNトランジスタTR3、TR4及び抵抗R51、R52は第2のカレントミラーを構成する。38は直流電源、R53、R54、R55は抵抗であり、R54とR55は分圧器を構成する。図7はテスト端子31から供給される入力電流I、第2のカレントミラー回路に流れる電流I_{dc}、第1のカレントミラー回路に流れる電流I_{ac}、およびI_{ac}の関係を示す図である。

【0030】次に動作について説明する。図6の回路においては、第1のNPNトランジスタTR1には、抵抗Ra、NPNトランジスタTR1、抵抗R1によって定まる図7(b)に示すような交流電流I_{ac}'が流れる。一方、NPNトランジスタTR3には抵抗R53、NPNトランジスタTR3、抵抗R51によって定まる直流電流I_{dc}'が流れる。この電流I_{dc}'はNPNトランジスタTR3、TR4及び抵抗R51、R52で構成される第2のカレントミラーによって、第4のNPNトランジスタTR4において図7(a)中に示すような直流電流I_{dc}に変換される。交流電流I_{ac}'と直流電流I_{dc}とが重畳された図7(a)に示すような波形の電流I(=I_{ac}' + I_{dc})を流すような電圧信号V_{in}をテスト端子に印加する。電流I_{ac}'はNPNトランジスタTR1、TR2及び抵抗R1、R2で構成されたカレントミラーによって、NPNトランジスタTR2で電流I_{ac}に変換され、電流端子32を介して電流-電圧変換アンプから電流を引き込む。Rbは、実施例1と同じようにノイズ電圧をアースに逃がすためのノイズ対策用ブルダウン抵抗である。

【0031】PDの特性は、光が照射されないときは電流が0であり、光の照射強度が強くなると電流が大きくなる特性を有する。従って、光を照射したときにPDに流れる電流と同じ特性の電流でテストをすることが電

10

流-電圧変換アンプ回路に求められる。しかしながら、図7(b)に示すように電流0を振幅の最小値とする電流波形I_{ac}'をテスト端子31からトランジスタTR1に供給することは困難な場合がある。そのような場合には、図7(a)に示すような直流電流I_{dc}に交流電流I_{ac}'を重畳させたIを流すような電圧をテスト端子31に印加し、その電流Iから直流成分I_{dc}のみを第2のカレントミラーによって取り去ることによって、第1のトランジスタTR1には図7(b)に示すような電流振幅の下部が0Vとなる電流波形I_{ac}'を供給できる。

【0032】上述したように、NPNトランジスタTR3、TR4及び抵抗R51、R52で構成される第2のカレントミラーはこの直流成分I_{dc}を生成するための回路である。抵抗R55、R54によって分圧された電圧を抵抗R53を介してNPNトランジスタTR3のコレクタに加え、直流電流I_{dc}'がトランジスタTR3のコレクタに流れるように分圧電圧および構成要素の値を決定する。この直流電流I_{dc}'は、NPNトランジスタTR3、TR4及び抵抗R51、R52で構成された第2のカレントミラーを介しI_{dc}に変換される。

【0033】この実施例5の回路によれば、図7(c)に示すように電流I_{ac}は電流振幅の下部が正確に0Vとなり、光を照射したときに流れるPDの電流特性に非常に近い電流波形とすることができ、実施例1よりも、より実際のPDの動作特性に近い電流を電流-電圧変換アンプから引き込むことができる。

【0034】以上の説明したように、実施例5においても、実施例4と同様にテスト端子31に入力信号を印加することによって、光照射を行うことなく、電流引き込みタイプのPDを使用する電流-電圧変換アンプのテストを行うことができる。

【0035】実施例6

図8は本発明の第6の実施例の電流-電圧変換アンプのテスト回路の回路図である。図8において、TR1、TR2はNPNトランジスタ、TR3、TR4はPNPトランジスタ、R1、R2、R61、R62、R63、Ra、Rbは抵抗である。NPNトランジスタTR1、TR2及び抵抗R1、R2は第1のカレントミラーを構成する。PNPトランジスタTR3、TR4及び抵抗R61、R62は第2のカレントミラーを構成する。

【0036】図9は、トランジスタTR1に流れる電流I'、トランジスタTR2を流れる電流I、第2のカレントミラー回路に流れる電流I_{dc}、電流-電圧変換アンプから引き込む電流I_{ac}の関係を示す図である。

【0037】次に動作について説明する。この回路も、実施例5の回路と同様に、光を照射したときのPDの実際の動作特性に近い電流を電流-電圧変換アンプから引き込むように構成される。図9(b)は光を照射したときのPDの動作特性に近い電流特性を有する電流I_{ac}を示す。図9(a)は交流電流I_{ac}に直流電流I_{dc}を重畳

させた電流 $I (= I_{Ac} + I_{Dc})$ を示す。図8においては、電流端子32からPDの実際の動作特性に近い電流を I_{Ac} を引き込むために、テスト端子31は、図9(a)に示す電流 I' を流すような電圧 V_{in} を第1のNPNトランジスタTR1に供給する。第1のNPNトランジスタTR1を流れる電流 I' はNPNトランジスタTR1、TR2および抵抗R1、R2で構成された第1のカレントミラーによって電流 I に変換される。この電流 I は図9(a)に示すように、交流電流 I_{Ac} に直流電流 I_{Dc} を重畳させた電流であるから、外部から電流 I_{Dc} を生成し電流 I_{Ac} に加える必要がある。

【0038】この直流成分 I_{Dc} を生成するための回路がPNPトランジスタTR3、TR4及び抵抗R61、R62で構成される第2のカレントミラー回路である。第2のカレントミラー回路は必要な直流成分 I_{Dc} を生成するようにPNPトランジスタの特性および抵抗R61、R62、R63の値が決定される。このように、実施例6においては、NPNトランジスタTR2のコレクタ電流中の直流成分 I_{Dc} はPNPトランジスタTR4のコレクタから供給されるため、電流-電圧変換アンプからは交流成分 I_{Ac} のみを引き込むことができる。

【0039】この実施例6の回路によれば、図9(b)に示すように電流 I_{Ac} は、電流振幅の下部が正確に0Vとなり、光を照射したときのPDの動作特性に非常に近い電流波形とすることができるために、実施例1よりも、光を照射したときのPDの動作により近い電流を電流-電圧変換アンプから引き込むことができる。

【0040】以上の説明したように、実施例6においても、実施例5と同様にテスト端子31からテスト電圧を印加することによって、光照射を行うことなく、電流を引き込むタイプのPDを使用する電流-電圧変換アンプのテストを行うことができる。

【0041】上述の説明においては、テスト電圧は正弦波で示したが、矩形パルスを使用してもよい。また、上述の説明においては、実施例2を除いては、電流を引き込むタイプのPDを使用する電流-電圧変換アンプのテスト回路について述べたが、電流を流し込むタイプのPDを使用する電流-電圧変換アンプのテスト回路はPNPトランジスタを使用することによって同様に構成できることは実施例2から容易に理解できる。

【0042】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、ICのチップ上にフォトダイオードと対になった電流-電圧変換アンプのテスト回路を設けることによって、光照射を行うことなく、電流-電圧変換アンプのテストを行うことができる。さらに、予め光を照射したときのPDの電流を測定しておき、その動作電流に近い電流を流すような電圧をテスト端子から供給することによって、PDの動作特性に非常に近い電流を電流-電圧変換アンプから引き込むことができる。

【0043】本発明においては、このような電流-電圧変換アンプのテスト回路を用いることによって、半導体基板上のPDに実際に光を照射することなく、半導体基板上に設けられたテスト端子に電圧を印加するだけで、光を照射した場合と同様のテストが可能となり、短時間に簡単にテストが完了する。また、非常に高価な測定回路が不要になると共に、人手による測定を省略でき、迅速で非常に経済的な電流-電圧変換アンプのテストができる。従って、その経済的な効果は大きく、安価な半導体を供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明の第1の実施例による電流-電圧変換アンプのテスト回路を示す図である。

【図2】図2はテスト端子に印加されるテスト電圧 V_{in} 、カレントミラー回路に流れる電流 I および光センサの出力端子に現れる出力電圧 V_{out} との関係を示す図である。

【図3】図3は本発明の第2の実施例による電流-電圧変換アンプのテスト回路を示す図である。

【図4】図4は本発明の第3の実施例による電流-電圧変換アンプのテスト回路を示す図である。

【図5】図5は本発明の第4の実施例による電流-電圧変換アンプのテスト回路を示す図である。

【図6】図6は本発明の第5の実施例による電流-電圧変換アンプのテスト回路を示す図である。

【図7】図7はテスト端子から供給される電流 I 、第1のカレントミラー回路に流れる各電流 I_{Ac} 、 I_{Ac}' および第2のカレントミラー回路に流れる電流 I_{Dc} の関係を示す図である。

【図8】図8は本発明の第6の実施例による電流-電圧変換アンプのテスト回路を示す図である。

【図9】図9はテスト端子から供給される電流 I' 、第1および第2のカレントミラー回路を流れる各電流 I 、 I_{Ac} の関係を示す図である。

【図10】従来の電流-電圧変換アンプのテスト回路を示す図である。

【符号の説明】

10 光センサ

11 出力端子

12 フォトダイオード (PD)

14 基準電源

20 電流-電圧変換アンプ

21 増幅器

31 テスト端子

32~34 電流端子

37 ベース寄生容量

38 直流電源

39 電流源

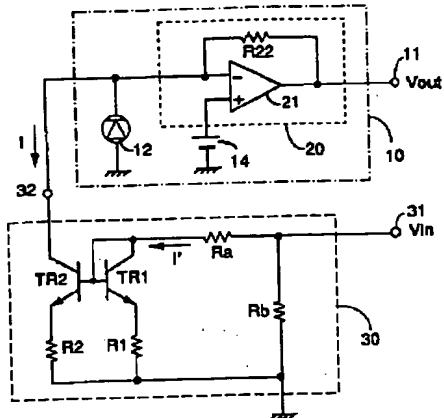
R1、R2、R2.2 抵抗

50 Ra 電流制限用抵抗

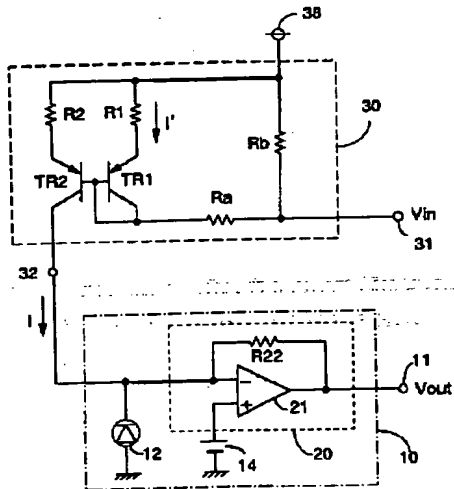
13

Rb ノイズ対策用プルダウン抵抗
TR1、TR2、TR3、TR4 トランジスタ

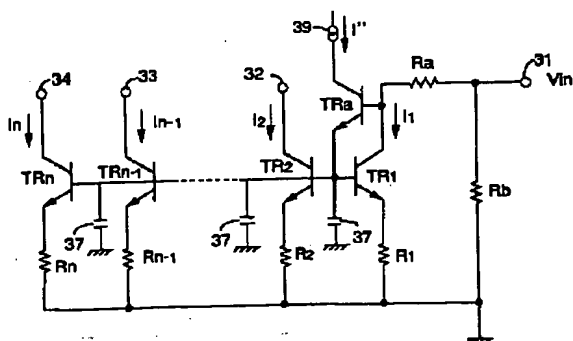
【図1】



【図3】



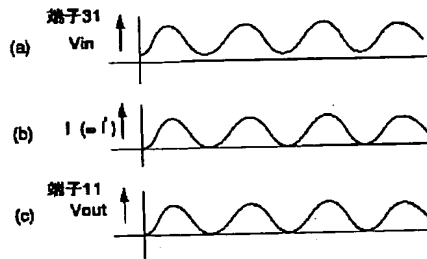
【図5】



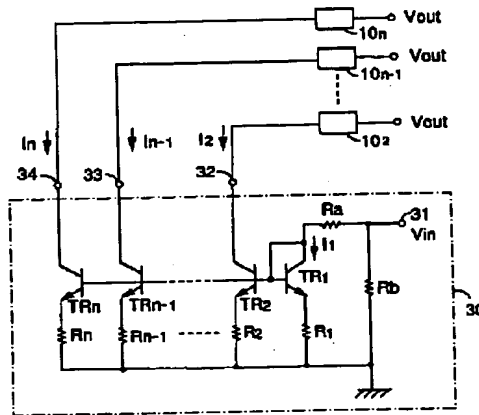
14

R51、R52、R53、R54、R55 抵抗
R61、R62、R63 抵抗

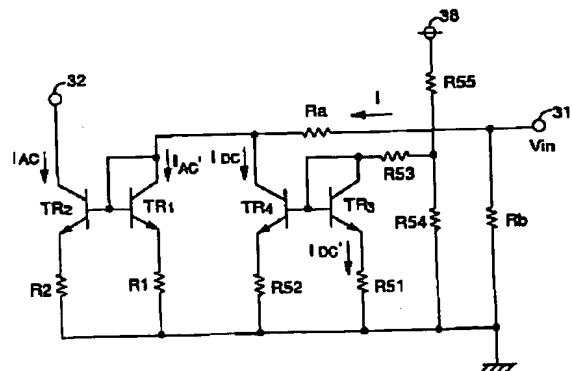
【図2】



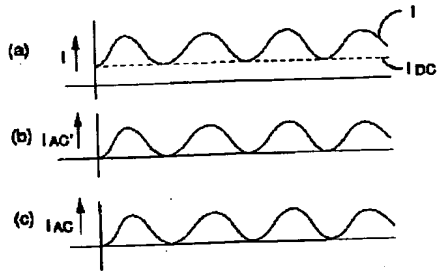
【図4】



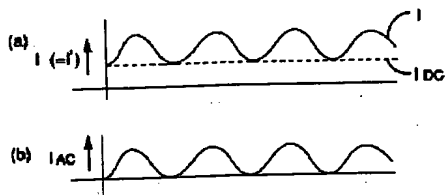
【図6】



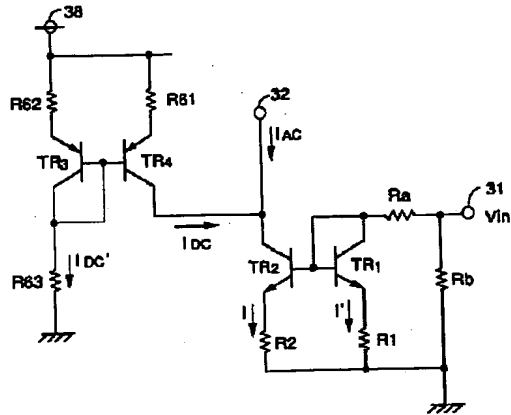
【図7】



【図9】



【図8】



【図10】

